

把正面

目标:

设计实验室8的重点是设计和演示控制电机速度的电路。它建立在[作业2](#)中提出的电机模型和[设计实验室6](#)（以及更早）中研究的比例控制器的基础上，最终形成一个简单的反馈系统，该系统可以引导机器人头部的电机将其光敏眼睛指向入射光源。

- 描述机器人头部使用的乐高电机
- 使用运放缓冲用于驱动电机的电压
- 设计一个简单的双向速度控制器
- 演示一个反馈系统，使机器人的头部朝向光线，使用机器人大脑控制电机

参考资料: 该实验应与合作伙伴一起完成。每个合作伙伴都应该有一台机器人和一台实验室笔记本电脑或一台能可靠运行soar的个人笔记本电脑。此外，您还需要一些实验设备和组件，如下面参考资料部分所述。

执行 `athrun 6.01 getFiles` 获取以下文件（在 `Desktop/6.01/designLab08` 中）：

`noInput.py`、`oneStep.py`、`threeSteps.py`：用于CMax模拟的输入信号。

- `turnHeadToLightBrain.py`：一个带有状态机的大脑，充当比例控制器，提供反馈并引导头部的电机朝向灯光。

1 乐高电机

摘要目的: 表征乐高直流电机，通过确定其电阻和学习如何驱动它。

我们使用乐高电机作为机器人头部的“颈部”。如[作业2](#)所述，电机的角加速度与流经它的电流成正比。而电流与电机的电阻 r_m 成反比。我们将确定 r_m ，并研究具有电压源、电阻和运算放大器的简单电路，用于驱动电机。

Resources: Obtain the following equipment and components



Lego motor



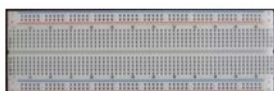
Six-pin connector



Multimeter



Two 1 KΩ Resistors



Proto board



Power supply



Four clip leads



Black motor cable

图片©来源未知。版权所有。本内容不包括在我们的知识共享许可协议中。更多信息，请参见 <http://ocw.mit.edu/fairuse>。

电机连接到一个**6针**的原型板连接器通过一个短的黑色电缆；注意，电缆的两端是不同的：锁紧夹在一端居中，在另一端偏移。有中心夹的一端插入连接器，有偏移夹的一端插入电机。电机由连接器引脚5和引脚6之间的电压差驱动。

1.1 驱动电机

步骤1。 电机被设计为在其两端的电压差为0到10v的情况下驱动。请按照下面的方法进行尝试。

- 使用夹线将电源端子标记为+ 15v和**GND**连接到单独的原型板的电源轨道；**不要把电路直接建在电源上**。调整电源电压到0v（是的，真的是0）。
- 将**6针**连接器插入原型板，并将其连接到独立电机；**不要使用预建**的头部。
- 关闭电源；将连接器的引脚5和6分别插到原型板的电源和接地轨上。
- 打开电源。

连接万用表测量电源电压。

- 调整电源电压在0到10v之间，注意电机转速和施加电压之间的关系。
- 将电源和地的连接交换。会发生什么呢？

使电机转动所需的最小电压是多少？

$V_{\min} =$

步骤2。

- 拆除原型板电机和电源导轨之间的连接。
- 重新调整电源回到+10 V（为下一部分做准备），然后关闭电源。
- 用万用表测量断开的电机的电阻 r_m 。

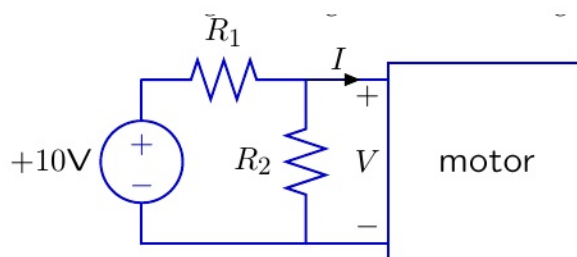
$r_m =$

1.2 用电阻控制电机

我们的目标是用电子控制电机。我们最终将电机安装在机器人上，并使用机器人的电源，电源恒定在10 V。这一节的重点是要找到一种方法，利用恒压电源来获得一个范围内的电机速度。

首先，思考一下我们如何用电阻来控制速度。一种方法可能是使用分压器来产生0到10 V之间的控制电压，然后使用这个控制电压来驱动电机。

考虑下面用于产生控制电压的电阻电路，其中 $R_1 = R_2 = 1000\Omega$ 。



步骤3。 在你的原型板上建立电路。重新打开电源，测量电机的电压并观察电机的行为。

$V_{\text{motor}} =$

检查自己！电机转了吗？解释一下。

步骤4。 使用电路理论，将电机视为电阻，确定电机的电压。使用**步骤2**中测量的电阻值。

$V_{\text{motor}} =$

2.自我检查。理论与上一部分的测量是否匹配？解释一下。

2 缓冲电机电压

目的：设计并搭建一个电路，可以让乐高电机在一个方向上，以可控的速度转动。

资源：获取以下设备和部件



Poten -
tiometer



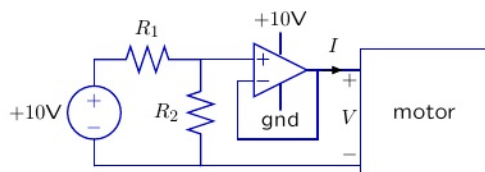
放大器输入
8针倾角
包



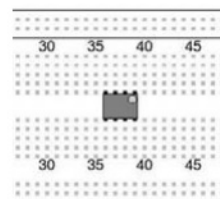
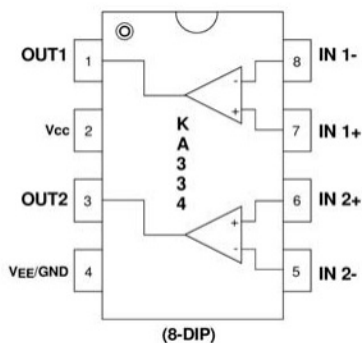
按需电阻

- CMax.py - CMax simulation program (from the designLab08 folder)

我们可以添加一个运放来缓冲电阻网络的输出，以便电阻作为一个分压器，同时产生的电压驱动电机。下面是一个简单的缓冲电路。



我们使用的**运算放大器（KA334）**经过封装，使两个运算放大器适合8引脚（**双线联**）**封装**，如下所示。



KA334内部框图（中图）©Fairchild Semiconductor。版权所有。本内容不包括在我们的知识共享许可协议中。更多信息，请参见<http://ocw.mit.edu/fairuse>。

引脚的间距是这样的，可以方便地将封装插入如上所示的面包板（注意一个点标记引脚1）。 V_{CC} （引脚2）应连接到电源正电压（+ 10v）， V_{EE} （引脚4）应连接到电源负电压（接地）。

第5步。通过从designLab08文件夹中运行python CMax.py启动**CMax**（有关其他说明，请参阅OCW Scholar 6.01网站上的软件和工具中的**CMax文档**）。确保您正在运行designLab08文件夹中包含的CMax发行版（按ctrl应该会弹出一个窗口，表明您正在运行CMax 1.6版本），并确保您只使用designLab08目录中包含的模拟文件。如果你看到一个与名为“meter”或“display”的参数相关的错误消息，说明你正在使用一个过时的模拟文件。

在布局中添加一个**电机连接器**；电机将由这个连接器的引脚5和引脚6之间的电压差驱动。

使用CMax布局缓冲分频电路。在布局中，**只使用短的垂直或水平导线，不要交叉导线**。交叉线，以及对角线或过长的线，会使你的电路更难调试和构建。

另外，仔细检查你正在使用运放包上正确的引脚。你可以通过运行noInput.py模拟文件来检查电路的准确性。

运行这个模拟会产生几个图形，所有的图形都有时间在x轴上，还有一些其他的量在y轴上。每个信号以0.02秒为间隔进行采样。

- **探头（绿色）**：当电路中有探头时，此图显示通过探头测量的电压。
- **电机（红色）**：当电路中有电机时，那么仿真假设**电机连接到电位器**，**电位器**会随着电机转动而转动，就像在机器人头部一样。其中一个电机图形是电机电位器的 α 值。另一个电机图形显示电机的转速（rad/s）。请记住，电位器的旋转范围是有限的（0到 $3\pi/2$ 弧度），因此在恒定的电压下，电机将迅速到达范围的末端并停止（转速将趋于零）。

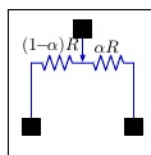
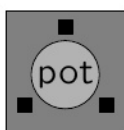
当你使用一个真正的机器人头部时，以这种方式驱动它对抗范围的末端会有将头部撕裂的风险。

- **输入（蓝色）**：当模拟有外部输入时，例如电位器，此图显示输入值，例如，电位器的值 α ，其范围在0到1之间。

步骤6。在你的原型板上建立缓冲分频电路（完全像你的CMax布局）。测量电机的电压并观察电机的行为。

3.检查自己。比较有和没有缓冲器时电路的行为。

步骤7。现在，在CMax中，**用电位器替换分压器中的两个电阻**，这样当 $\alpha = 0$ 时（锅尽可能逆时针转动），电机上的电压为0，当 $\alpha = 1$ 时，电机上的电压为10。下图显示了电位器的三个节点之间的电阻：



加载模拟文件oneStep.py，它指定了电位计的输入（oneStep模拟一个从 $\alpha = 0$ 开始，一段时间后突然变化到 $\alpha = 0.1$ 的电位计）。

检查自己4。一定要理解电机转速和电机壶阿尔法图的含义。保存您的CMax电路和结果图。

步骤8。用电位器替换物理电路中的电阻器，就像在CMax布局中一样。

步进电位器通过各种设置（1/4圈，1/2圈，3/4圈）。观察电机的行为，并将此行为与CMax模拟进行比较。

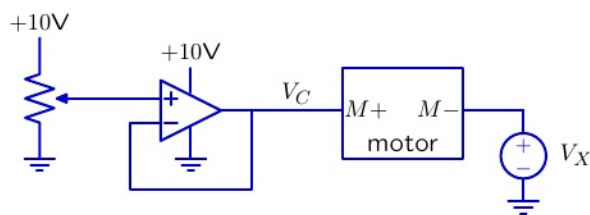
校验1。工作8.2.1：向工作人员解释你的实验结果，有和没有缓冲。将模拟的行为与你构建的电路的实际行为进行比较。

3 双向速度控制器

摘要目的： 设计并模拟一种可以使乐高电机同时顺时针和逆时针旋转的电路。

你为校验1构建的电路控制电机的速度。该电路允许电机转快或转慢（取决于电阻或锅设置的选择），但只能在一个方向上。为了让我们的机器人头部同时向左和向右转动，我们需要设计一个双向的速度控制器；当锅的 α 值接近于零时，电机应该在一个方向上快速旋转；当 α 值为0.5时，电机应停止，当 α 值接近1时，电机应向另一个方向快速旋转。

本实验室前面部分的电路只向一个方向转动，因为运放从单个+10 V电源供电（而且运放只能产生一个介于 V_{ee} （地）和 V_{cc} （功率）之间的输出电压）。我们被限制在单个+10 V电源上，因为这是我们正在为“头部”建造的机器人提供的唯一电源。解决这个问题（使用电位器）的一个简单方法是连接电机，如下所示：

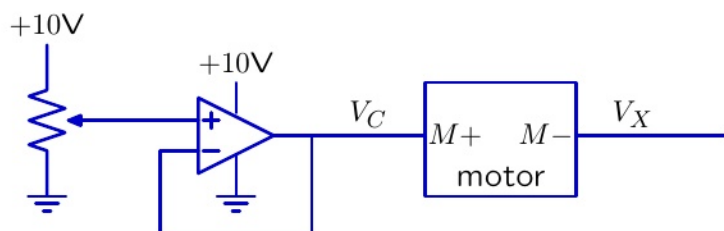


第9步。双向调速控制器中的关键新元件是电压源 V_X 。 V_X 的什么值给电机最对称（大约0）的速度范围？

$V_X =$

设计一个电路来实现这个电压源（只使用固定的10 V电源，这是机器人提供的全部）。修改下面的电路图，加入你设计的供电电路 V_X 。

检查自己。只用一个分压器就能实现 V_X 吗？解释一下。



第10步。使用CMax布局双向控制电路。同样，确保只使用短的水平或垂直电线，并避免交叉电线。

这个电路可以用threeSteps.py模拟文件来测试，它模拟先将电位器转到 $\alpha = 0.25$ 并保持在那里，然后将其转到 $\alpha = 0.5$ 并保持在那里，最后将其转到 $\alpha = 0.75$ 并保持在那里。

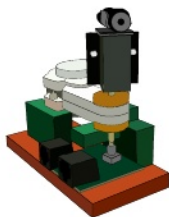
核对2。 **工作8.2.2：**演示你的模拟工作。解释电机转速和电位器角度之间的关系。证明你可以同时产生正负速度。解释你的电路是如何实现双向速度控制的。

保存你的情节，以及你的CMax电路。将这些结果邮寄给你的合作伙伴。我们会在你面试的时候讨论。

4 给我看看光!

摘要目的: 通过机器人大脑添加反馈，以控制机器人头部的马达，并引导其光阻性眼睛指向光线。

资源: 除了上一节所需要的设备，你还会用到:



机器人的头



机器人



两个八针连接器



红色的电缆

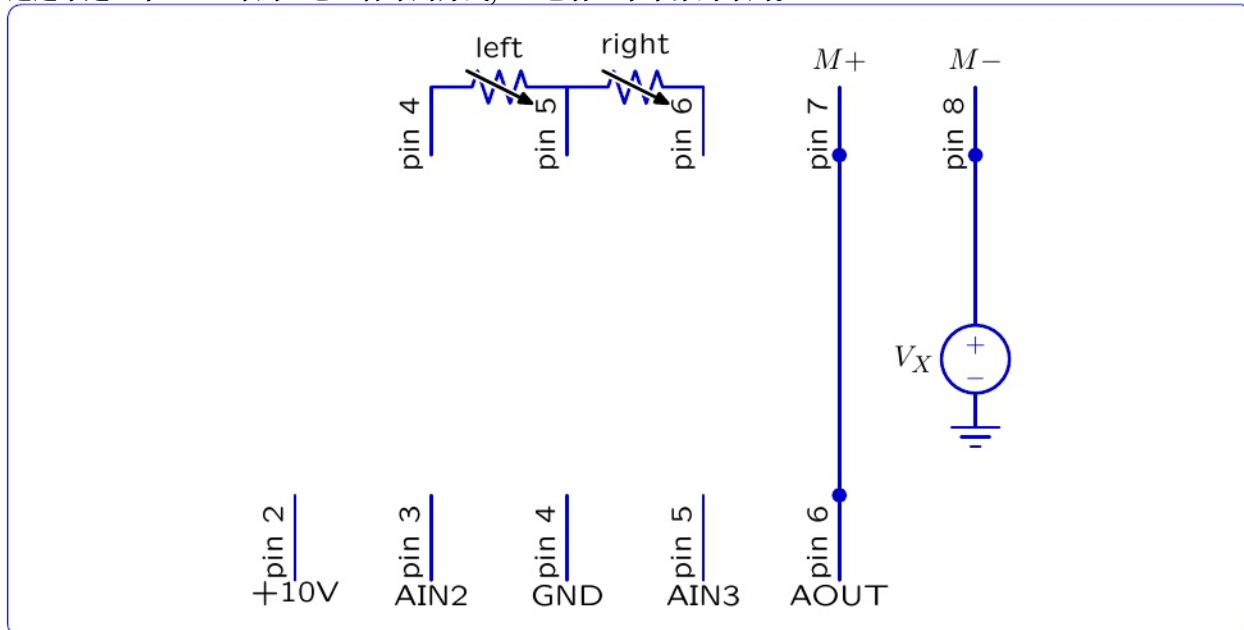
- 根据需要增加电阻和电线

turnHeadToLightBrain.py -带有比例控制器的机器人大脑文件，用于提供电机反馈

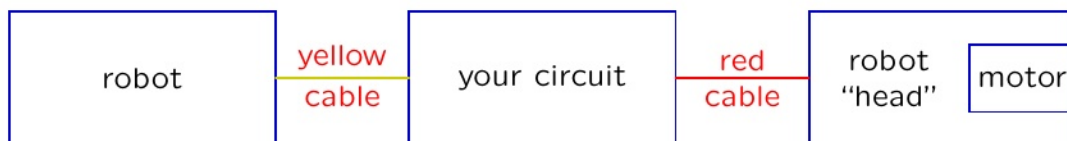
我们现在构建了一个系统，它可以移动乐高电机来引导机器人头部的眼睛（两个光敏电阻）来定位和跟踪光线。这结合了您为设计[实验室7设计](#)的感应光的电路，[设计实验室6](#)（及更早）研究的比例控制器思想，以及来自双向控制器的思想（上文）。

电路构造如下图所示。请注意，电压源 V_X 应该与上一节中的电路实现。底部的引脚显示**机器人连接器**，顶部的引脚显示**头部连接器**。将设计实验室7第16步的眼回路添加到这个图中。

这还不是一个CMax布局！想一种布局方式，让它有一个干净的布局。



就像在设计实验室7，这是整个系统应该如何配置：



方便将头部安装在机器人上。来自光敏电阻（使用设计实验室7的电路） V_L 和 V_R 的两个电压应分别连接到**机器人连接器**上的模拟输入#2（引脚3），并将 V_R 连接到模拟输入#3（引脚5）。机器人将在其大脑中处理这些信号，然后通过其模拟输出端口（AOUT）产生电压，使用机器人内部的**D-to-A（数模转换）转换器**。

AOUT信号是一个电压大致在0到+10伏的范围内，并且已经被充分缓冲以驱动电机。**AOUT**应连接到电机的+端， V_X 电压源的输出应连接到电机的-端。你**必须**使用机器人提供的+10V（通过**机器人连接器**而不是笨重的电源），为实现 V_X 电压源的电路供电。

步骤11。

- 确保黄色电缆和阅读电缆都连接到您的电路和头部。
- 将黑色电缆连接到头部的电机连接器，但**不要**连接到头部的电机。
- 打开机器人。

- 启动soar, 选择turnHeadToLightBrain.py brain, 点击Start。
- 打开灯。
- 将黑色电缆连接到电机上。如果头部撞到侧面, 立即断开电缆!
- 当你从不同的入射角度引导光线时, 验证机器人头部是否跟随。

步骤12。当你停止大脑活动时, 它会显示出两个眼睛电压之间的差异。你可以用这个图来测量大脑的反应速度(数一下有多少个点在它到达目标之前)。通过快速向一个方向移动光线, 暂停然后快速将其移动回来, 测试系统的行为(见下文)。重复几次。然后, 让大脑停止思考, 检查得出的图。

- 从距离头部约0.5米处的光线开始。改变大脑文件中的增益, 使头部在没有过度振荡的情况下尽可能快地跟踪光线。跟踪增益并保存绘图。

.

移动灯光到1米左右的地方。现在最好的增益/速度是多少? 保存剧情。
修改大脑, 使其有额外的延迟。

- 找出0.5米处无振荡响应最快的增益。跟踪增益并保存结果图。
- 在1米处重复。

保存绘图, 标有增益和距离。把这些结果寄给你的搭档。我们会在你下次面试时讨论它们。

核对3。 **工作8.2.3:** 演示你的灯光跟踪器。展示你能多快地让电机平稳地跟踪灯光的位置。解释观察到的电机行为对增益、距离和延迟变化的反应。是什么限制了追踪光线的速度?

关掉电表, 拆下电路板, 把电线、运放、灯管和连接器放回合适的位置。扔掉电阻。